天行见物理之六
清漏声长

李轻舟†
(《大学科普》编辑部 重庆 401331)

2019－06－04收到
† email：shalloplee@sina.com
DOI：10.7693/wl20190608

熏笼玉枕无颜色，卧听南宫清漏长。
——王昌龄《长信秋词五首·其一》

何谓时间？

Quid est ergo tempus? Si nemo ex me quaerat，scio; si quaerenti explicare velim，nescio.

那么，何谓时间？如果无人发问，我自知晓；若欲开口解说，我却无言以对。

——圣奥古斯丁《忏悔录》
(Sanctus Augustinus, *Confessiones*, XI)

“何谓时间？”(Quid est tempus?)，为了回应这个典型的苏格拉底式省思，从柏拉图(Πλάτων)到亚里士多德(Ἀριστοτέλης)，从普罗提诺(Plotinus)到奥古斯丁，一代代哲人付出近乎绝望的努力。他们留下了的丰硕思想遗产——各式各样的“无言以对”或“不可言说”——使这个诘问本身随着时间的流逝趋于不朽。

身兼“两希文明”(希腊—罗马的古典文明与希伯来的基督教文明)法脉的伊萨克·牛顿爵士当然不会甘心自外于历代先贤前仆后继的“徒劳”，他要以自己的方式做出一番“挣扎”——“绝对的、真实的以及数学的时间，按其自身及其本性均匀地流逝，与任何外在事物无关，亦名延续；相对的、表观的以及普遍的时间是可感知的和外在的，是借助运动对任意延续的度量(不论是否精确，是否均匀)，我等常以之代替真实的时间，诸如小时、日、月、年。”(Tempus absolutum verum & Mathematicum， in se & natura sua absq; relatione ad externum quodvis，æquabiliter fluit，alioq; nomine dicitur Duratio; relativum apparens & vulgare est sensibilis & externa quævis Durationis per motum mensura，(seu accurata seu inæquabilis) qua vulgus vice veri temporis utitur; ut Hora，Dies，Mensis，Annus. 《自然哲学之数学原理》)

对牛顿这样一位后之来者，所谓“绝对时间”(tempus absolutum)可以说成是对基督教神学内在时间观的继承，亦是对“无言以对”或“不可言说”的悬置；而“相对时间”(tempus relativum)则是对古希腊哲学运动时间观的阐发，更是从形上迷思中突围出来回归形下世界的战略转移。

“经验时间”远比“思议时间”容易，哲学家或神学家的“何谓时间”被置换成了物理学家的“如何度量时间”。作为一个实实在在的问题，“如何度量时间”或许比“何谓时间”这样的抽象省思更古老……

夏官挈壶

挈壶氏，下士六人，史二人，徒十有二人。......挈壶氏，掌挈壶以令军井，挈辔以令舍，挈畚以令粮。凡军事，县壶以序聚柝；凡丧，县壶以代哭者。皆以水火守之，分以日夜。及冬，则以火爨鼎水而沸之，而沃之。

——《周礼·夏官司马》

即便是神秘主义话语体系统摄的中国传统历法，就技术层面而论，完全可以归入“相对时间”或

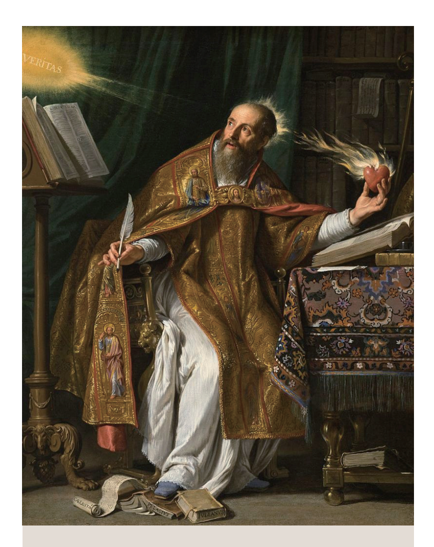


图1 圣奥古斯丁(Philippe de Champaigne，1645—1650)



图2 观象授时匾(作者摄于北京古观象台)



图3 地平式日晷(作者摄于北京古观象台)



图4 元代三级浮箭刻漏

“度量时间”的探索实践。其实践路径主要是以日月星辰这类便于观测的周期性时标为核心，即所谓“历象日月星辰”(《今文尚书·尧典》)，而具体承担此类任务的部门和职官至少可以上溯至中原国家体制初建的商周时代。依据《周礼》(未必完全反映西周体制，却是后世官制沿革的参照模版)，诸如“大史”(太史)、“冯相氏”、“保章氏”等执掌天文历法相关事务的官员都属于主要负责礼仪祭祀的“春官宗伯”系统，后又归入秦汉体制的太常(奉常)系统和隋唐体制的礼部系统，可谓源远流长。

但是，“历象日月星辰”的授时模式并不适用于短间隔的时间度量。当时间间隔小于一日，就很难在天文对象中找到合适的时标了，而且一些天文观测本身也需要更小且更普遍的时间度量单位。这就需要一套相对独立(不能完全脱离天象参照)的辅助授时模式——刻漏(漏刻、铜漏或滴漏等)。这一授时模式可以追溯到《周礼》中的职官“挈壶氏”，隶属主要负责兵马征战的“夏官司马”系统，与上古时期的军事活动渊源颇深——春秋时齐国名将司马穰苴(田穰苴)曾在军中“立表下漏”(《史记·司马穰苴列传》)以待监军庄贾，庄贾骄纵失期，穰苴以军法斩之——后世历代观象授时机构亦沿设专司刻漏的“五官挈壶正”。

浮箭为刻

孔壶为漏，浮箭为刻，下漏数刻，以考中星，昏明生焉。

——《续汉书·律历志》

相较于其他授时模式，源出军事保障技术的刻漏，尤其是早期泄水沉箭的单壶形制，简易便携，适用于行军作战，受场地、气象、昼夜等环境因素影响较小——当然，曾以郎官身份典漏刻的桓谭也注意到了“燥湿寒温辄异度”(《新论·离事》)并给出了借助日晷影长和星宿运动的校正方案，“故有昏明昼夜，昼日参以晷景，夜分参以星宿，则得其正”(同上)。

一般情况下，泄水沉箭的单壶刻漏，其度量时间的系统误差主要来自泄水速率随壶内水位下降而减少。后来又出现了受水浮箭的双壶形制，一壶于高位泄水，一壶(浮箭所在)于低位受水。较之于原始的单壶泄水形制，双壶形制的优点是可以随时向处于高位置的泄水壶续水，但泄水速率随水位变化所带来的系统误差并没有降低。解决之道是采用多级泄水模式，理论上至少要增加一个泄水壶，保持受水壶相邻泄水壶水位不变(可以在某一水位处开溢水孔)。实际上一般要在双壶的基础上增加两个泄水壶，构成一个三级浮箭刻漏系统(三个泄水壶加一个受水壶)。

刻漏既能像停表一样用于短时间间隔的间断计时，又能像时钟一样用于长时间间隔的持续计时。其所度量的时间间隔越长(特别要防止中途“漏断”)，对刻漏形制和维护人力(负责续水、重置、记录、校正误差等)的要求越高。

太史成法

大史，下大夫二人，上士四人；小史，中士八人，下士十有六人，府四人，史八人，胥四人，徒四十人。……大史，掌建邦之六典，以逆邦国之治。掌法以逆官府之治，掌则以逆都鄙之治。……正岁年以序事，颁之于官府及都鄙，颁告朔于邦国。闰月，诏王居门终月。大祭祀，与执事卜日。……

——《周礼·春官宗伯》

东汉末年的经学宗师郑玄(与贾逵、马融、许慎并称，梁启超有言“乾嘉以来，家家许郑，人人贾马，

东汉学烂然如日中天矣”[1])在为《周礼·夏官司马》“挈壶氏”所作的注中提到“漏之箭，昼夜共百刻，冬夏之间有长短焉。大史立成法，有四十八箭”[2]，以之为授时部门沿袭的“成法”。“昼夜共百刻”，即将一昼夜等分为一百刻，则以平太阳日(mean solar day，即我们平常默认的“日”，其实是对实测太阳日或真太阳日的平均)24小时计，一刻合14分24秒。“冬夏之间有长短焉”，即一年四时轮替，昼夜长短有变化，冬至昼最短而夜最长，夏至昼最长而夜最短，授时部门要相应做出调整，共需“四十八箭”。这套制度虽有“成法”之名，却未必一成不变。

据《隋书·天文志》记载：汉代以前，“其法，总以百刻，分于昼夜。冬至昼漏四十刻，夜漏六十刻。夏至昼漏六十刻，夜漏四十刻。春秋二分，昼夜各五十刻。日未出前二刻半而明，既没后二刻半乃昏。减夜五刻，以益昼漏，谓之昏旦。漏刻皆随气增损。冬夏二至之间，昼夜长短，凡差二十刻。每差一刻为一箭。冬至互起其首，凡有四十一箭”；到汉武帝时(援引刘歆之父刘向《洪范传》的记载)，“冬夏二至之间，一百八十余日，昼夜差二十刻。大率二至之后，九日而增损一刻焉”，即以每九日增损一刻之法(从冬至到夏至，则每九日昼增一刻而夜损一刻；从夏至到冬至，则每九日昼损一刻而夜增一刻)适应一年中昼夜长短变化。

昭宣之后，元成哀平一代不如一代，汉室衰微，已成亡国之势。哀帝建平二年(公元前5年)六月，“待诏夏贺良等言赤精子之谶，汉家历运中衰，当再受命”(《汉书·哀帝纪》)，“当改元易号，增漏刻”(《汉书·天文志》)。“哀帝久寝疾，几其有益，遂从贺良等议”(《汉书·眭两夏侯京翼李传》)，寄望武帝以降日趋繁复的神秘话语体系依旧护佑汉家昌隆，“于是诏制丞相御史：盖闻《尚书》‘五曰考终命’，言大运一终，更纪天元人元，考文正理，推历定纪，数如甲子也。朕以眇身入继太祖，承皇天，总百僚，子元元，未有应天心之效。即位出入三年，灾变数降，日月失度，星辰错谬，高下贸易，大异连仍，盗贼并起。朕甚俱焉，战战兢兢，唯恐陵夷。惟汉兴至今二百载，历纪开元，皇天降非材之右，汉国再获受命之符，朕之不德，曷敢不通夫受天之元命，必与天下自新。其大赦天下，以建平二年为太初元将元年，号曰‘陈圣刘太平皇帝’。漏刻以百二十为度。布告天下，使明知之”(同上)。“太初元将”这个新年号只维持了一个多月。八月，病情不见好转的汉哀帝耐心耗尽，主动拆台，恢复旧制，“贺良及党与皆伏诛流放”(《汉书·天文志》)，昼夜一百二十刻(一刻合12分)复为昼夜一百刻。居摄三年(公元8年)，距离“真天子”仅有一步之遥的“假皇帝”王莽又将哀帝朝改元易号的把戏重演一遍，“以居摄三年为初始元年，漏刻以百二十为度，用应天命”(《汉书·王莽传》)。直到光武中兴，“亦以百刻九日加减法，编于《甲令》，为《常符漏品》”(《隋书·天文志》)。

日定昏明

昏明看日御，灵怪问舟人。

——耿湋《送归中丞使新罗》

汉和帝永元十四年(公元102

表1 《续汉书·律历制》中的节气、昼夜长短与日中晷影表(京师雒阳)

节气	昼长	夜长	晷景(影)
冬至	四十五刻	五十五刻	一丈三尺
小寒	四十五刻八分	五十四刻二分	一丈二尺三寸
大寒	四十六刻八分	五十三刻八分	一丈一尺
立春	四十八刻六分	五十一刻四分	九尺六寸
雨水	五十刻八分	四十九刻二分	七尺九寸五分
惊蛰	五十三刻三分	四十六刻七分	六尺五寸
春分	五十五刻八分	四十四刻二分	五尺二寸五分
清明	五十八刻三分	四十一刻七分	四尺一寸五分
谷雨	六十刻五分	三十九刻五分	三尺二寸
立夏	六十二刻四分	三十七刻六分	二尺五寸二分
小满	六十三刻九分	三十六刻一分	一尺九寸八分
芒种	六十四刻九分	三十五刻一分	一尺六寸八分
夏至	六十五刻	三十五刻	一尺五寸
小暑	六十四刻七分	三十五刻三分	一尺七寸
大暑	六十三刻八分	三十六刻二分	二尺
立秋	六十二刻三分	三十七刻七分	二尺五寸五分
处暑	六十刻二分	三十九刻八分	三尺三寸三分
白露	五十七刻八分	四十二刻二分	四尺三寸五分
秋分	五十五刻二分	四十四刻八分	五尺五寸
寒露	五十二刻六分	四十七刻四分	六尺八寸五分
霜降	五十刻三分	四十九刻七分	八尺四寸
立冬	四十八刻二分	五十一刻八分	一丈
小雪	四十六刻七分	五十三刻三分	一丈一尺四寸
大雪	四十五刻五分	五十四刻五分	一丈二尺五寸六分

年)，太史待诏霍融对“太史成法”发起了挑战，他上言指出“官漏刻率九日增减一刻，不与天相应，或时差至二刻半，不如《夏历》密”(《续汉书·律历志》)。汉和帝诏下观象授时机构的上级太常，“令史官与融以仪校天，课度远近”(同上)，以天文实测论是非。当时的太史令舒承梵等人直面平太阳时与真太阳时不合的问题，提出“漏刻以日长短为数，率日南北二度四分而增减一刻。一气俱十五日，日去极各有多少。今官漏率九日移一刻，不随日进退。《夏历》漏刻随日南北为长短，密近于官漏，分明可施行”(同上)，即以“日南北二度四分而增减一刻”(即太阳赤纬改变二度四分对应于昼夜增减一刻)取代“九日而增损一刻”来适应一年中昼夜长短变化。当年十一月，汉和帝明诏“告司徒、司空：漏所以节时分，定昏明。昏明长短，起于日去极远近，日道周圜，不可以计率分，当据仪度，下参晷景。今官漏以计率分昏明，九日增减一刻，违失其实，至为疏数以耦法。太史待诏霍融上言，不与天相应。太常史官运仪下水，官漏失天者至三刻。以晷景为刻，少所违失，密近有验。今下晷景漏刻四十八箭，立成斧官府当用者，计吏到，班予四十八箭”(同上)。

实际上，“日去极远近”(太阳赤纬变化)与昼夜长短变化不是线性关系[3]，故“日南北二度四分而增减一刻”仍然只是一种近似处理。但是，“九日而增损一刻”的误差为2.5刻到3刻(合36分到43分12秒)，而“日南北二度四分而增减一刻”的误差则不超过0.2刻(不到3分)，在实践上优势明显。再者，“昏明长短，起于日去极远近”，将一年中昼夜长短变化归因于太阳位置(地日相对运动)，在理论上也是适宜的。

《续汉书·律历志》中呈现出来的东汉刻漏制改革完全无涉两汉盛行的神秘话语。与通贯天人的观象授时不同，刻漏授时既无政治意义(不直接参与意识形态的构建)，也无经济意义(无盐铁之利)，故而并不为“王官”所垄断。不论宫阙、市井、村野，皆可有漏箭浮沉，差别仅在使用成本。居庙堂之高，有“五夜漏声催晓箭，九重春色醉仙桃”(杜甫《奉和贾至舍人早朝大明宫》)；处江湖之远，有“缺月挂疏桐，漏断人初静”(苏轼《卜算子·黄州定慧院寓居作》)。遥想夜夜“清漏声长”，或许就是古人在真切地聆听“时间”。

参考文献

[1] 梁启超. 清代学术概论. 北京：东方出版社，1996. 66

[2] (东汉)郑玄 注，(唐)贾公彦 疏，彭林 整理. 周礼注疏(中册). 上海：上海古籍出版社，2010. 1167

[3] 相关计算论证参见(日)薮内清 著，杜石然 译. 中国的天文历法. 北京：北京大学出版社，2017. 28

新书资讯

读者和编者

内容简介：本书收录了《物理》杂志“物理学咬文嚼字”专栏的第31—54篇文章，阐明了一批物理学概念字面上的原意，并论述这些概念以及概念背后物理学思想的演进，是一本值得物理学研习者珍藏的参考书。

推荐理由：物理学需要一种叙述性的语言作为其载体。不幸的是，这门语言不是我们的母语。不同的语言可能呈现给学习者不同的物理图像，而不同的文化会塑造研究者不同的风格从而将物理学导入不同的方向。用中文表达的物理学，因为其间还要经过一个翻译的过程，则那些物理学概念本来的一些内在关联，就在不知不觉中丢失了。有些概念甚至会被完全曲解。

中国科学院物理研究所曹则贤研究员在科研教学之余，长期关注物理学在中国传播过程中所遭遇的语言问题。通过比照重要物理学文献的英文、德文、法文原文，他对用中文修习物理学所遇到的一些因语言问题造成的缺憾，有了深切的认识。2007年7月，曹则贤研究员在《物理》杂志开辟“物理学咬文嚼字”专栏，为用中文修习物理学者说文解字。

